

**Передовая инженерная школа
как эффективная технология подготовки
будущих инженеров**

**Advanced Engineering School as an effective technology
for training future engineers**

Автор статьи

Аетдинова Расуля Рифкатовна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры эконо-
мики предприятий и организаций ФГБОУ ВО «Ка-
занский федеральный университет», г. Казань, Рос-
сийская Федерация
rasulya_a@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3047-5918

Author of the article

Rasulya R. Aetdinova,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, De-
partment of Economics of Enterprises and Organizations,
Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation
rasulya_a@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3047-5918

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Аетдинова Р. Р. Передовая инженерная школа как эф-
фективная технология подготовки будущих инжене-
ров // Научно-методический электронный журнал
«Концепт». – 2024. – № 12. – С. 87–104. – URL:
<https://e-koncept.ru/2024/241203.htm> – DOI:
10.24412/2304-120X-2024-11203

For citation

R. R. Aetdinova, Advanced Engineering School as an ef-
fective technology for training future engineers // Scien-
tific-methodological electronic journal "Koncept". –
2024. – No. 12. – P. 87–104. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241203.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-
2024-11203

Поступила в редакцию <i>Received</i>	11.09.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	16.10.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	16.10.24	Опубликована <i>Published</i>	31.12.24



Аннотация

Передовые инженерные школы (далее – ПИШ) – это инновационный образовательный проект, который реализуется при сотрудничестве российских университетов и промышленных партнеров, основной задачей которого является формирование технологического суверенитета России. Потребность в реализации проекта обусловлена, с одной стороны, требованиями современного рынка труда, нуждающегося в специалистах, готовых самостоятельно осуществлять научно-изобретательскую деятельность, а с другой стороны, особенностями функционирования сферы промышленности, заинтересованной в работе не только на внутренний, но и на внешний рынок. Целью данного исследования является анализ условий, в которых создаются отечественные передовые инженерные школы, основных направлений их деятельности, проблем, с которыми сталкивается преподавательский состав и сами студенты в ходе образовательной деятельности. Методологической базой исследования явились методы общенаучного уровня (индуктивно-дедуктивный анализ, конкретизация и обобщение) и методы конкретно-научного уровня (систематизация и обобщение концепций, контент-анализ). Научная новизна исследования состоит в анализе предпосылок создания проекта ПИШ, выявлении основных направлений теоретических разработок действующих ПИШ. На конкретных примерах рассмотрены основные результаты, достигнутые за неполные три года реализации федерального проекта, изучены перспективы, имеющиеся у каждой из рассмотренных в работе школ. Результаты исследования включают в себя актуальные требования к компетенциям современного инженера, выделенные условия реализации проекта ПИШ; анализ зарубежного опыта организации дополнительного образования, в частности технологии тьюторства, которая может быть использована и на базе отечественных передовых инженерных школ для мотивации и личностной ориентации для молодых специалистов. Теоретическая значимость исследования выражается в выявлении проблем развития передовых инженерных школ, оценке ведущих направлений деятельности ПИШ, особенностей внедрения проектного обучения при подготовке будущих инженеров в рамках ПИШ. Практическую ценность исследования имеет анализ нормативной базы и практического опыта университетов по созданию ПИШ, которые могут быть применены вузами для развития собственных инженерных школ.

Ключевые слова

индустриальный сектор, передовые инженерные школы, профессиональные компетенции, тьюторство

Благодарности

Автор выражает благодарность кафедре педагогики высшей школы Института психологии и образования Казанского федерального университета и лично заведующему кафедрой доктору педагогических наук, доценту Альфии Рафисовне Масалимовой за помощь и поддержку в проведении исследования.

Abstract

Advanced Engineering School (AES) is an innovative educational project that is implemented with the co-operation of Russian universities and industrial partners. Its main goal is to achieve technological sovereignty of Russia. The project is required on the one hand because of the requirements of the modern labour market, which needs specialists ready to be engaged in independent scientific and inventive activities, and on the other hand because of the peculiarities of the industrial sector functioning, which is interested in working on both domestic and foreign markets. The aim of this study is to analyse the conditions in which domestic advanced engineering schools are created, their main activities, and problems faced by teachers and students during educational activity. General scientific methods (inductive-deductive analysis, specification and generalization) and specific scientific methods (systematization and generalization of concepts, content-analysis) served as the methodological basis of the study. The scientific novelty of research consists in analyzing the prerequisites for the creation of the AES project, identifying the main directions of theoretical works of the active AESs. Using specific examples, the main results achieved in less than three years of implementing the federal project are examined, and the prospects for each of the schools considered in the work are studied. The results of the study include current requirements for the competences of a modern engineer, identified conditions for the implementation of the AES project; analysis of foreign experience in organizing additional education, in particular, tutoring technology, which can be used in domestic advanced engineering schools for motivation and personal orientation of young specialists. The theoretical significance of the study is in identifying problems in the development of advanced engineering schools, assessing the leading areas of AES activity, and the specifics of introducing project-based learning in training future engineers within the AES. The practical value of the study is in the analysis of the regulatory framework and practical experience of universities in creating AES, which can be applied by universities to develop their own engineering schools.

Key words

industrial sector, advanced engineering schools, professional competencies, tutoring

Acknowledgements

The author expresses gratitude to the Department of Pedagogy of the Higher School at the Institute of Psychology and Education of Kazan Federal University and personally to the Head of the Department, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor Alfiya R. Masalimova for her help and support in conducting the research.

Введение / Introduction

«Передовые инженерные школы» (далее – ПИШ) — это федеральный проект (далее – Проект), направленный на повышение профессиональной компетенции инженеров, занятых в наукоемкой отрасли [1]. Он реализуется в рамках программы

«Приоритет 2030», рассчитанной на период вплоть до 2030 года [2]. Цель его реализации заключается в обеспечении технологической независимости России от внешнего мира посредством обеспечения инженерной отрасли необходимыми кадрами, способными разрабатывать инновационные решения для решения поставленных перед отечественной промышленностью задач. В пользу его востребованности, согласно Проекту, свидетельствует вовлечение в него ряда лидирующих по производительности компаний наряду с наиболее перспективными высшими учебными заведениями технического профиля [3].

В настоящее время создание инженерных школ предполагает теоретическо-прикладную деятельность в нескольких направлениях: цифровые технологии, регенеративная медицина, химические технологии, ядерная энергетика, биотехнологии, преимущественно используемые в сельском хозяйстве, искусственный интеллект. Важной особенностью каждой отдельно взятой передовой инженерной школы является то, что она стремится не только предложить обществу инновационную продукцию, но и методически обосновать необходимость ее использования в различных сферах общественной жизни.

Актуальность создания передовых инженерных школ, согласно Проекту, обуславливает необходимость в консолидированной борьбе против существующих барьеров в сфере использования высоких технологий, что не позволяет применять их повсеместно в настоящее время. В результате во многих учреждениях промышленного сектора продолжают внедряться аналоговые технологии, что даже с учетом прихода новых, хорошо подготовленных кадров не гарантирует предприятию качественного развития и ликвидности выпускаемой продукции [4].

В Послании Президента РФ В. В. Путина Федеральному Собранию 29 февраля 2024 года говорится, что задачи Проекта не ограничиваются созданием конкретных инженерных разработок, они включают в себя стимулирование у молодых людей интереса к науке как к отрасли, где они способны не только проявлять свои креативные способности, но и извлекать из них материальную выгоду: трудоустраиваться в передовые компании, строить карьеру и продвигать собственные идеи в международном аспекте [5].

Анализ практики действующих передовых инженерных школ обусловил проблему исследования: каковы организационно-педагогические условия реализации проекта передовых инженерных школ? Целью данного исследования является анализ условий, в которых создаются и реализуются отечественные передовые инженерные школы. Задача исследования – анализ основных направлений деятельности ПИШ, проблем, с которыми сталкивается преподавательский состав и сами студенты в ходе образовательной деятельности.

Обзор литературы / Literature review

Проблемы инженерного образования являются одной из самых обсуждаемых тем в научном сообществе в последние десятилетия. В условиях экономики знаний технологический базис производства может быть обеспечен формированием системы подготовки инженеров нового типа.

В современном мире профессию инженера целесообразно включать в список профессий будущего, поскольку спрос на специалистов, получивших соответствующее образование, всегда остается актуальным. Как отмечает Р. Р. Аетдинова, согласно исследованиям рынка труда, наиболее востребованными на сегодняшний день специальностями являются DevOps-инженеры, тканевые инженеры, инженеры-космодорожники, специалисты по цифровому моделированию, безопасности и работе с роботизированными системами [6].

Анализ истории развития российского инженерного образования показывает периоды его взлетов и падений. Первые свидетельства о повышении качества отечественного инженерного образования относятся к 20-м годам XX века, когда на съезде работников просвещения было объявлено об объединении существовавших еще в до-революционное время курсов в единую стройную систему.

Примерно в 1921 году в повседневный оборот вводится понятие опытных станций, переходного элемента между школой и социальной средой. В то же время в обществе назревает необходимость в повышении компетенций самих учителей, которые из прямых участников педагогического процесса должны были становиться его исследователями. На базе первой опытной станции использовались такие формы углубления профессиональных знаний преподавателей, как педагогические техникумы, курсы-съезды и летние курсы. В результате сфера образования начала постепенно переноситься в практическую плоскость, продуцировать те учебные программы, которые были бы востребованы обществом.

С 1925 года профессиональное развитие инженеров начало осуществляться и в производственной среде. Так, в Москве были организованы регулярные курсы для директоров предприятий, где они не только обновляли свои знания, но и обучались навыкам управления, что позволяло включать выпускников таких курсов в административный резерв, что было очень актуально в связи со строящейся идеологией и экономикой молодого государства. Формы обучения в производственной среде были представлены шире и включали в себя, помимо упомянутых выше форм совещания, «самокурсы», конференции и экскурсии на передовые производства. Таким образом, акцент постепенно смещался в сторону самостоятельного обучения, в рамках которого к человеку предъявлялись требования самодисциплины и мобильности (иными словами, повышения профессиональных компетенций без отрыва от производства).

Такая форма образования, несмотря на широкую популярность среди производственных кадров, имела и ряд недостатков. В связи с тем что в 1920-е годы система образования как таковая находилась в целом на этапе становления, соответственно, ощущалась нехватка учебно-методических материалов и преподавателей, не только владеющих теоретическими знаниями, но и знающих досконально производственный процесс.

К концу 1940–1950-х годов система получения инженерного образования стала более определенной, но при этом развивалась в основном в политико-просветительском русле, что вызывало некоторый дисбаланс между наличием кадров, призванных занимать руководящие должности, и кадрами, занимающимися новаторской деятельностью. С. Б. Серякова, В. В. Кравченко отмечают, что определяющие изменения в высшей школе отмечались в 1950–1960-х годах, что было обусловлено научно-технической революцией [7]. Ее результаты провоцировали создание многоступенчатой системы профессионального образования.

В контексте инженерного образования появляются учреждения нового типа: школы передового опыта, институты повышения квалификации, институты усовершенствования. В своей работе все эти учреждения были нацелены на систематизацию методического опыта наиболее передовых преподавателей и повышение доходности ведущих предприятий.

Постепенно большинство из учрежденных ранее учебных заведений начинало тяготеть к разнообразию форм работы с учащимися. Так, С. Б. Серякова, В. В. Кравченко указывают, что при вечерних школах стали открываться курсы узкой направленности, которые имели важное значение для повышения конкурентоспособности

предприятий в регионах. Определяющим этапом для развития сети учреждений дополнительного профессионального образования стало постановление Совета Министров СССР 1967 года «О совершенствовании системы повышения квалификации руководящих работников и специалистов промышленности, строительства, транспорта, связи и торговли». Согласно данному постановлению, повсеместно начали внедрять внеинституционные формы получения образования, такие как школы коммунистического труда, народные университеты [8].

Постепенно меняется и перечень требований к содержанию образовательных программ в сторону уменьшения присутствия в них дисциплин идеологического и политологического характера и расширения форм работы с обучающимися. Таким образом, в обиход постепенно входят активные методы обучения.

Наибольшее количество реформ пришлось на 90-е годы XX столетия, период всеобщей демократизации, когда подход к преподаванию был более свободным, педагоги могли высказывать независимое мнение по широкому перечню вопросов. Тогда же были выпущены многие учебно-методические комплексы, систематизирующие практический опыт педагогов советского периода.

Определенный кризис инженерное образование начало испытывать в 2010–2019 годы, когда теоретический компонент превалировал над прикладным в содержании образовательных программ. Тогда выпускники высших учебных заведений нередко отказывались от работы по профессии по причине отсутствия интереса к производственной деятельности, а также опыта применения собственных изысканий. Вплоть до 2019 года студентам прививалась мысль о том, что по окончании университета они смогут работать лишь на должности исполнителя, тогда как создание передовых инженерных школ обозначило перед ними перспективы лидерства в авторских проектах.

Многочисленные исследования отмечают проблемы инженерного образования в России. Глава Ассоциации инженерного образования России (АИОР) Ю. П. Похолоков указывает на слабость практической подготовки студентов, высокую долю теоретических знаний и слабую адаптивность образовательных программ в условиях быстроменяющейся технологической ситуации и неопределенностей внешней среды. Принципы подготовки инженеров, по его мнению, должны быть основаны на традициях российской инженерной школы, непрерывности и системности обучения, развитии одновременно образовательного и исследовательского трека подготовки инженера, использовании новых форм обучения [9]. В. М. Жураковский выделяет внешние риски подготовки инженеров: направленность корпораций на короткие образовательные программы, конкуренцию с СПО, демографические факторы. Автор отмечает, что применение Болонской системы в подготовке инженеров неоправданно, поскольку сокращение времени обучения привело к снижению фундаментальной базы инженерного образования [10].

Авторы видят разные пути повышения эффективности подготовки будущих инженеров, начиная от создания инженерных классов в школах и заканчивая разработкой индивидуальных образовательных траекторий для студентов технических профилей. Создание кластеров, основанных на взаимодействии вузов и предприятий, необходимость формирования непрерывной системы профессионального развития инженеров являются вариантами решений указанных проблем. Высокая роль наставничества в профессиональном развитии инженеров отражена в работе А. Р. Масалимовой, Э. Р. Гайнеева, Е. М. Громовой. Исследователи рассматривают интеграцию вуза и предприятия на основе системы подготовки наставников для производства [11].

Исследователи отмечают актуальность гуманитарных знаний будущих инженеров. Н. В. Оплетина указывает на важность социально-культурного аспекта в подготовке инженера будущего, необходимость развития эрудиции, критического мышления, видения перспектив научно-технологического прогресса, умения работать в команде, понимания основ управления коллективом, навыков управления проектами [12].

Инженерное образование играет важное значение для построения Индустрии 4.0. В. В. Кондратьев, М. Ф. Галиханов, П. Н. Осипов, Ф. Т. Шагева, А. А. Кайби-йинен, говоря об инженерной подготовке, выделяют высокую значимость фундаментальных знаний, цифровизации инженерного образования и необходимость повышения качества подготовки педагогических кадров для технических вузов [13].

Зарубежные исследователи также связывают развитие цифровой экономики и ускоренный переход к новому технологическому укладу с качеством инженерного образования. М. Рахман, У. С. Фердоуси, Т. Хасан рассматривают инженерное образование как ключевой фактор формирования Индустрии 4.0 и предлагают создание комплексной «инженерной среды» в вузах, включающей многопрофильные курсы теоретического содержания, обширные лабораторные работы, выезды на места или полевые работы, групповые обсуждения, управление проектами, управление затратами, управленческие навыки и лидерство. Авторы отмечают необходимость развития междисциплинарности в подготовке инженеров, обязательного психолого-педагогического сопровождения будущих инженеров [14]. Среди иностранных исследований необходимо выделить работу П. Д. Гэллоуэй как один из основополагающих трудов по реформе инженерного образования. Рассматривая систему подготовки инженеров XXI века, она определяет важность практико-ориентированного подхода, тесную связь с предприятиями в разработке учебных программ, необходимость применения индивидуальных образовательных технологий [15].

Множество исследований посвящено CDIO как передовой технологии подготовки инженеров. Э. Кроули, Й. Малмквист и другие в качестве новых форм подготовки рассматривают практику создания базовых кафедр на предприятиях, что сокращает дистанцию между университетами и базами практик, повышает вовлеченность университета и студентов в производственные процессы [16].

Необходимость подготовки инженеров к работе в условиях рисков отмечается в работе Э. П. Бирна и Д. Маллалли. Авторы отмечают важность развития у студентов представлений о сложности, неопределенности, риске, контексте и этике как фундаментальных основах устойчивого развития общества [17].

Говоря о навыках инженеров в XXI веке, С. Шферр-Венцль, И. Миладинович отмечают важность развития общекультурных компетенций инженеров, выходящих за рамки навыков, формируемых в процессе обучения в университете [18].

К. Джунид подчеркивает, что необходимо развитие компетенций, выходящих за рамки просто технических навыков, таких как непрерывное обучение, сотрудничество, креативность, критическое мышление, коммуникация и культурная/глобальная грамотность [19].

Г. Кединга считает, что развитие инноваций как важного фактора перехода к Индустрии 4.0 невозможно без качественного инженерного образования. Анализируя мировой рынок инноваций, он показывает корреляцию между лидерством государств в сфере передовых технологических разработок и качеством технического образования [20]. Качественное инженерное образование предполагает не просто набор знаний в тех-

нических направлениях, но и развитие профессионально ориентированного мышления, а также наличие широкого спектра профильных умений и навыков. Умение решать проблемы, формировать альтернативные варианты управленческих решений на производстве, навыки проектной деятельности и умения работать в команде отмечаются как ключевые в работе Л. Д'Эскофье, А. Герра, М. Брага [21]. Особенности Индустрии 4.0 диктуют требования к квалификации, которой должен обладать молодой специалист после окончания высшего учебного заведения, чтобы претендовать на перспективную вакансию, как правило, такие навыки классифицируются по двум направлениям под названиями *soft skills* и *hard skills* и отличаются в зависимости от характера специальности. К примеру, Т. М. Ковалёва считает, что к *hard skills* тканевого инженера относятся: наличие обязательного медицинского образования (желательно хирургической направленности); умение пользоваться специализированными программами и оборудованием (к примеру, 3D-биопринтерами); опыт работы со стволовыми клетками; наличие стратегического мышления, ответственности, чувства эмпатии, а также способности работать в условиях неопределенности [22].

В отличие от *hard skills* *soft skills*, согласно исследованию компании «Теседу», представляют собой унифицированный список требований к представителям инженерных специальностей [23]:

- наличие критического мышления – умения находить среди большого объема информации реальные, имеющие опытное подтверждение данные;
- наличие системного мышления – понимания того, как устроены сложные системы, какие причинно-следственные взаимосвязи присутствуют между их элементами;
- коммуникативные навыки – умение поддерживать рабочие контакты с членами команды, задействованными в реализации инновационного проекта, оперативно учиться у старших коллег, находить компромиссы при решении конфликтных ситуаций;
- эмоциональный интеллект (эмпатия) – в данном случае под этим качеством подразумевается умение распознавать человеческие эмоции, создавать социально востребованные разработки;
- стрессоустойчивость – умение самостоятельно принимать ответственные решения в критических ситуациях;
- знание одного (или нескольких) иностранных языков для выстраивания коммуникации с зарубежными партнерами).

Задачи подготовки инженеров для Индустрии 4.0 и реализация государственных программ по формированию технологического суверенитета привели к созданию новой технологии подготовки инженеров – созданию передовых инженерных школ (ПИШ). В 2022 году было открыто 30 передовых инженерных школ в университетах РФ. Согласно Проекту, с учетом растущей потребности экономики в готовых кадрах для реализации конкретных инновационных разработок, при распределении грантов преимущество отдается образовательным программам, нацеленным на работу с теми, кто уже прошел фундаментальную подготовку [24].

С законодательной точки зрения деятельность передовых инженерных школ регламентирована Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2022 года № 619 «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ» [25]. Согласно Постановлению, функции распределения денежных средств для финансирования и развития передовых инженерных школ возложены на

Совет по грантам, представляющий собой действующий на постоянной основе совещательный орган. В полномочия Совета по грантам также входит актуализация и уточнение действующих на базе передовых инженерных школ образовательных программ (приведение их в соответствие международным стандартам и практической необходимости) и налаживание коммуникации с высокотехнологичными компаниями, позволяющими извлекать коммерческую выгоду из научных разработок в будущем.

Р. Р. Аетдинова указывает, что в настоящее время передовые инженерные школы представляют собой инновационную технологию профессионального развития инженеров, где путем сочетания различных преподавательских методик молодые специалисты не только повышают ряд профессиональных навыков, но и формируют особые коллективы, работа в которых помогает им определиться с более узким направлением будущей трудовой деятельности, осознать свою роль в команде, а также научиться сотрудничать со спонсорами и инвесторами, что в условиях смешанной экономики позволяет хеджировать риски государства на финансирование инновационных проектов [26].

Помимо стандартной формы преподавания, учащимся предлагают работать над проектами коллективно (к примеру, в формате 2+2+2). Согласно данному формату, учащиеся постоянно работают в командах, причем как в процессе изучения теоретического материала, так и выполняя практические задания. Как отмечает РИА НОВОСТИ, в состав группы могут входить как молодые специалисты, так и профессиональные конструкторы, расчетчики, программисты, которые привлекают обучающихся к работе над реальными проектами [27]. Ф. Т. Шагеева, М. Ф. Галиханов, Г. Р. Стрекалова отмечают, что в образовательной среде сложилось следующее представление о передовых инженерных школах: специалист, проходящий обучение на базе передовой инженерной школы, должен не только досконально владеть навыками, подразумевающимися его профессиональной деятельностью, но и обладать глубокими знаниями из смежных областей, таких как маркетинг и бизнес-коммуникации [28].

На базе Томского политехнического университета, согласно сайту университета, действует передовая инженерная школа, направленная на цифровые разработки в области энергетики и нефтегазового дела. Преимуществом данной школы является то, что она нацелена на подготовку магистрантов к работе с отечественными продуктами для решения сложных инженерных задач, в частности с платформой «Логос». К концу 2024 года данная передовая инженерная школа планирует открыть четыре новые лаборатории, четыре интерактивных образовательных комплекса и одну цифровую фабрику [29]. На данный момент школе удалось привлечь ряд иностранных студентов, в том числе из дальнего зарубежья, которых учеба в Томском политехническом университете привлекает возможностью сочетания теории и практики, а также работой с современными технологиями, которыми на данный момент оснащено не каждое производство. Помимо обучения магистрантов, школа осуществляет набор на бакалавриат, где первые студенты появились в начале 2024 года.

Несмотря на то что основная часть обучения проходит в Томске, молодые инженеры имеют возможность проходить производственную практику в других регионах, там, где условия трудовой деятельности наиболее соответствуют той образовательной программе, на которой обучается специалист. В итоге по окончании обучения молодые люди не только получают конкретные результаты внедрения собственных разработок, но и могут получить приглашение на постоянную работу в инновационную компанию, где в будущем смогут возглавить авторский проект.

В сфере здравоохранения положительным образом зарекомендовала себя «Школа медицинской инженерии», относящаяся к РНИМУ имени Н. И. Пирогова. Согласно информационным материалам, размещенным на официальном сайте передовой инженерной школы, одной из первостепенных задач школы является участие в государственной программе импортозамещения, под которым подразумевается производство медицинского оборудования полной комплектации. Также учреждение занимается разработками в области генной инженерии и медицинской диагностики. За недолгое время существования «Школе медицинской инженерии» при РНИМУ имени Н. И. Пирогова удалось достичь весомых результатов. Так, была разработана информационная система управления логистикой социально-генетической инженерии для сферы медицинской геномики и планирования семьи; проведены масштабные исследования по изучению системы оценки генетического риска проявления моногенных орфанных заболеваний при использовании средств искусственного интеллекта [30].

В отличие от предыдущего примера, «Школа медицинской инженерии» стремится привлекать к образовательному процессу школьников, для которых участие в исследовательской деятельности может стать первым шагом на пути к профессиональному самоопределению.

Передовыми разработками в области космической связи, радиолокации и навигации занимается инженерная школа, организованная при Нижегородском государственном университете имени Н. И. Лобачевского. Среди ключевых продуктов школы, как отмечает сайт ПИШ, выделяется бортовая аппаратура космических аппаратов «Скиф», серийное производство которой запланировано на 2028–2030 годы, что свидетельствует о том, что инновационные разработки, предлагаемые передовыми инженерными школами, постепенно внедряются в массовое производство [31].

В общем виде ключевые результаты реализации передовых инженерных школ демонстрирует статистика. Так, на данный момент в стране создано около 50 учреждений дополнительного образования нового типа. В общей сложности на их базе было разработано около 250 образовательных программ, в рамках которых наиболее инициативным студентам было выдано более 900 грантов. Из идеи сосредоточиться в большей степени на высших учебных заведениях передовые инженерные школы расширились до взаимодействия со школьниками, из общего числа которых около 22 000 человек приняло участие в мероприятиях школ. Как отмечается в Проекте, процесс повышения квалификации в области инженерии затронул и преподавательский состав: согласно официальным данным, 15 000 человек, преподающих в высшей школе, а также имеющих непосредственное отношение к производственной деятельности, уже прошло обучение в передовых инженерных школах [32].

Согласно официальному отчету о финансировании передовых инженерных школ, в 2022 год на эти цели было затрачено 2,5 млрд рублей, затем с каждым годом финансирование увеличивалось: до 10,1 млрд рублей в 2023 году и до 17,1 млрд рублей в 2024 году. Примечательно, что объем средств, привлекаемых самими школами, вырос еще больше и составил 39,3 млрд рублей за период с 2022 по 2024 год, что свидетельствует о том, что рассматриваемый проект интересен не только государству, но и индустриальной сфере, для которой инновации становятся не только способом повысить темпы производства, но и условием существования на конкурентном рынке [33].

Таким образом, актуальность проекта по развитию ПИШ подтверждается многими отечественными и зарубежными исследованиями инженерного образования. История

развития российской системы подготовки инженеров показывает примеры успешных технологий и подходов. Использование элементов традиционной подготовки технических кадров и инновационных методик в соответствии с требованиями Индустрии 4.0 позволит решить проблему качества инженерных специалистов и стать основой выполнения государственных задач по созданию технологического суверенитета.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Материалом для исследования послужили работы исследователей высшего образования и профессионального развития будущего специалиста. В ходе обзора исследований, посвященных проблемам инженерного образования, были использованы методы общенаучного уровня (индуктивно-дедуктивный анализ, конкретизация и обобщение). Анализ нормативно-правовой базы создания передовых инженерных школ проводился на основе методов систематизации и обобщения. При исследовании опыта работы передовых инженерных школ использовались методы конкретно-научного уровня, включая контент-анализ и описание.

Результаты исследования / Research results

Функциональное отличие передовых инженерных школ от традиционного образования заключается в выполнении первыми определенной фронтальной задачи, то есть разработке идей, считающихся в данный отрезок времени инновационными, но при этом способными в обозримом будущем применяться повсеместно. Кроме того, в отличие от стандартных вузовских программ, на базе передовых инженерных школ формируются партнерские взаимосвязи с бизнес-структурами, что обусловлено тем, что, попадая в проект, они накладывают на себя обязательства не только перед конкретной школой, но и перед Министерством науки и образования Российской Федерации, осуществляющим контроль над реализацией проекта и распределением средств на его финансирование.

В рамках обучения в передовых инженерных школах специалисты проходят фундаментальную и прикладную подготовку. Спектр дисциплин в большей степени сконцентрирован на физико-математическом и естественном направлении, тогда как прикладной блок сосредоточен на овладении инженерами навыками технико-экономического проектирования.

Представляет интерес и организационная структура передовых инженерных школ, которую можно представить в виде двух взаимосвязанных частей: вузовская и производственная части. Вузовская часть представляет собой совокупность научных лабораторий и производственных участков, на базе которых можно проводить конкретные исследования, в то время как на предприятиях открываются специализированные аудитории, где происходит обмен инновационным опытом между специалистами и кадрами предприятий, обсуждаются имеющиеся проблемы, даются рекомендации касательно научно-технического процесса.

На данный момент в реализации проекта задействованы такие крупные компании, как «Ростех», «Роскосмос», «КамАЗ», «Газпром нефть», «Татнефть». Присутствие их в разных регионах России обеспечивает передовым инженерным школам профилизацию, позволяя развивать наиболее значимые отрасли экономики и промышленности. Так, на базе Томского политехнического института открыты магистерские программы по таким направлениям, как нефтегазовая, атомная и электроэнергетика, то-

гда как Самарский государственный медицинский университет задействован в процессе повышения квалификации специалистов в области нейротехнологий и телемедицины, в частности занимающихся вопросами реабилитации пациентов после инсульта и физических травм.

Наибольшее количество передовых инженерных школ сконцентрировано в регионах, располагающих наибольшим научно-техническим потенциалом, в так называемых технологических центрах, инфраструктура которых в совокупности с удачным логистическим расположением создает предпосылки для развития и стимулирования молодежного предпринимательства и социально значимых инициатив. Таковыми развитыми центрами являются Москва, Санкт-Петербург, Томск, а также Республика Татарстан, причем среди субъектов, патронирующих деятельность передовых инженерных школ, выделяется Министерство образования и науки Российской Федерации, в подчинении которого находится около 25 вузов, получивших грант. Оставшиеся объекты находятся в ведомстве прочих министерств: Министерства здравоохранения, Министерства сельского хозяйства и Министерства цифрового развития, связи и коммуникаций, Министерства транспорта (3, 1, 1, 1 объект соответственно).

Благодаря приложенным усилиям развивается инфраструктура передовых инженерных школ. Ее сеть расширяется за счет строительства межвузовских объектов (кампусов), где учащиеся из разных городов могут общаться между собой, быть задействованными одновременно в нескольких проектах и выбирать те из них, которые наиболее соответствуют их интересам и уже имеющимся навыкам.

Для того чтобы получить грант, учреждение должно пройти определенную процедуру: оформить заявку на участие в проекте «Передовые инженерные школы»; подготовить материально-техническую базу и соответствующие документы для участия в проекте; пройти экспертизу, в ходе которой специалисты в области технологий преподавания и тематических областях, в рамках которых планируется создание передовых школ, изучают научно-технический потенциал высшего учебного заведения.

Особые требования предъявляются и к учреждениям, выступающим в качестве промышленных партнеров, помимо наличия условий для реализации наукоемких проектов они должны располагать достаточным количеством средств для их реализации, учитывая тот фактор, что на начальных этапах инновационная разработка может не приносить прибыли.

Сотрудничающие с передовыми инженерными школами педагоги отмечают, что нахождение в научной среде позволяет студентам более активно включаться в процесс технического творчества, а также разрушать некоторые представления об особенностях профессии инженера, в частности гендерный стереотип. Особенное значение последнее замечание приобретает в контексте атомной энергетики, куда некоторое время назад на отдельные должности (такие как, к примеру, оператор ядерного ректора) за счет вредных условий труда не допускались лица женского пола. Теперь же в связи с развитием технологий, снижающим потребность в физическом труде в пользу интеллектуальной деятельности, женщины могут претендовать практически на любую вакансию.

Обучение в передовых инженерных школах мотивирует молодых специалистов быть более инициативными, дает им осознание того, что их разработки могут быть коммерчески востребованными и реально осуществимыми, а также предоставляют инженерам неоценимый опыт работы в творческом коллективе. Таким образом, в

лучшую сторону меняется общественное представление о профессии инженера, поднимается престиж отдельных инженерных специальностей. Так, если в недалеком прошлом профессия инженера воспринималась большинством в разрезе обслуживания каких-либо машин, то в настоящее время акцент сместился в сторону изобретательства, возвращения к природе технического творчества.

Рассмотрим деятельность конкретных передовых инженерных школ.

Тематически специфику уже созданных передовых инженерных школ можно представить в виде диаграммы:



Ведущие направления передовых инженерных школ

Как следует из представленной графически информации, наименьший процент в содержании деятельности передовых инженерных школ на данный момент занимают дисциплины гуманитарного цикла, хотя и среди них есть перспективные направления, изучение которых могло бы быть востребовано современным обществом. В числе таковых направлений можно назвать социальную инженерию как область применения психологических приемов с целью получения конфиденциальной информации. Изучение данной отрасли науки может быть полезно в двух смыслах: как средство противодействия распространенным приемам мошенничества в глобальной сети Интернет и как способ получения необходимых данных для поддержания стабильной политической ситуации в стране и за ее пределами (в том числе применение разработок в области разведки и на промышленных оборонных комплексах).

Схожая ситуация наблюдается и в контексте распределения тематик инновационных проектов, где лидирующие позиции занимает сфера машиностроения, электроники, автоматизации и медицины. В то же время как случаи предоставления перспективных проектов в области экологии, народного хозяйства и строительства остаются единичными. Из чего следует вывод, что на данный момент научное сообщество более сконцентрировано на проблемах макроуровня, нежели на вопросах охраны и преобразования окружающей среды. Такое решение обусловлено сложной внешнеполитической ситуацией, ввиду которой производственному сектору необходимо максимально задействовать мощности существующих предприятий, дабы сократить количество импорта и увеличить число торговых связей.

Анализ существующих форм обучения в передовых инженерных школах (бакалавриат, магистратура, специалитет, программы подготовки научных кадров, программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки специалистов) показал, что на данный момент в ускоренном темпе развиваются программы специалитета и переподготовки (прирост на 11 и 16 единиц соответственно по отношению к 2023 году), тогда как программы бакалавриата и магистратуры находятся приблизительно на том же уровне, что и был зафиксирован к концу 2023 года. Данную закономерность можно объяснить тем, что бакалавры и магистранты даже по окончании

обучения не обладают должными компетенциями для того, чтобы в будущем занимать руководящие должности либо самостоятельно проводить научные исследования, тогда как молодые кадры, приобретшие статус специалиста, могут применять полученные знания в более узком направлении, чем предполагала их базовая квалификация.

Наряду с достигнутыми результатами при реализации проекта создания передовых инженерных школ возникли некоторые затруднения.

1. Получение экономической выгоды индустриальными партнерами. Ввиду того что большинство наукоемких проектов предполагает долгосрочную реализацию, компании, вкладывающие в их реализацию собственные средства, должны быть готовы к тому, что ощутимую прибыль они начнут получать лишь через некоторое время, когда производство выйдет на поток. Поскольку целевая группа проекта – специалисты узкого профиля, то руководителям передовых инженерных школ нужно проявлять большую осмотрительность при подборе для них тех проектов, где они бы были востребованы и приносили практическую пользу.

2. Наличие диспропорции между некоторыми регионами. Передовые инженерные школы на данный момент концентрируются в тех местах, где находятся крупные индустриальные объекты, из-за чего в других регионах, где также может быть кадровый потенциал, ощущается недостаток подобных заведений дополнительного образования.

3. Прекращение финансирования может стать препятствием для получения весомых научных и коммерческих результатов деятельности ПИШ. Актуальным является поиск софинансирования и индустриальных партнеров для продолжения работы ПИШ.

4. Проблема качества научно-педагогических кадров, работающих в ПИШ. Недостаточная проработанность системы повышения квалификации для самих преподавателей, оторванность их знаний от прикладной деятельности. Необходимость в создании дополнительных курсов для преподавателей высшей школы, где бы они могли получать актуальную информацию о реальном развитии инженерной отрасли, тех условиях, в которых их ученики могли бы реализовывать авторские проекты.

В отличие от российских высших учебных заведений, зарубежные вузы делают акцент на практических занятиях уже на протяжении подготовки бакалавров. К примеру, в США наиболее популярным методом профессиональной подготовки студентов является метод STEM (аббревиатура, расшифровывающаяся следующим образом: Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Общей тенденцией для зарубежного образования являются тьюторство и супервизия. Одной из первых тьюторская система образования сложилась в Великобритании, где тьюторов рассматривают в качестве промежуточного звена между учащимися и преподавателями. Как правило, тьюторы помогают решать учащимся различные академические задачи, адаптироваться им к новым условиям обучения (в особенности данное замечание касается иностранных студентов, которым необходима помощь не только в адаптации к новым форматам обучения, но и в освоении языка, тех культурных кодов, которые лежат в основе коммуникации местных жителей).

В отличие от стандартного преподавателя, тьютор должен не только обладать достаточным объемом знаний по изучаемому студентами направлению, но и иметь развитые коммуникативные навыки, для того чтобы помочь студенту преодолеть ряд психологических барьеров (в том числе страх работать в команде, свойственный учащимся передовых инженерных школ).

Принципам классического британского образования следуют и университеты, расположенные в Австралии, Канаде, Новой Зеландии, США. Все эти страны объеди-

няет схожий менталитет, в основе которого лежит индивидуальность, личность, высшей ценностью которой является свобода в выборе занятий, реализации себя в социуме, что вполне объясняет целесообразность применения в данных странах индивидуального подхода к обучению.

Особенность обучения в этих странах заключается и в том, что позицию тьютора может занимать не только преподаватель, но и студент либо аспирант, который имеет право преподавать на младших курсах своей специальности. Такой преподавательский подход, организованный по принципу «равный обучает равного», позволяет студентам видеть обозримые перспективы своего обучения, более реалистично моделировать будущее, вести себя более свободно на лабораторных занятиях.

Также за рубежом распространена практика частного тьюторства, при которой студент, а чаще всего его родители нанимают специальных лиц, преподающих определенный предмет либо обладающих определенными навыками для того, чтобы в свободное от аудиторных занятий время студент мог улучшить свои способности. Популярностью в современном мире пользуются и тьюторы, в задачи которых входит повышение уверенности и лидерских качеств молодых людей. Это обусловлено тем, что ввиду повсеместного распространения информационных технологий молодежь стала больше общаться в социальных сетях, что привело к увеличению доли интровертов в обществе. Соответственно, молодым людям необходима сторонняя помощь в преодолении страхов перед публичными выступлениями, что может быть полезно будущим инженерам при защите проектов.

В настоящее время существуют следующие разновидности тьюторства:

1) академические тьюторы – частные преподаватели, которые встречаются со студентами в течение семестра и корректируют их знания по определенным изучаемым в рамках учебного процесса дисциплинам;

2) тьюторы-тренеры – специалисты, в большей степени функционирующие как коучи, определяющие наиболее подходящие для студента формы и методы обучения, обучающие молодых людей управлять собственным временем, а также повышать навыки скорочтения, логического мышления;

3) студенческие тьюторы – молодые люди, помогающие сверстникам в освоении учебной программы.

В сравнении с популярностью тьюторского обучения за рубежом данная технология применяется в отечественном образовании не столь широко. Несмотря на непрерывное повышение своих профессиональных компетенций преподавателями российских вузов, на данный момент среди них не так много тех, кто в своей работе обращается к наставничеству. Тем не менее такой подход является достаточно эффективным с точки зрения педагога, поскольку молодому специалисту в начале своей карьеры необходимо опираться на старших коллег, готовых выступить в качестве «идеального образа» представителя той профессии, которую выбрал для себя студент. Данная формулировка означает, что тьютор должен сочетать в себе профессиональные и морально-психологические качества, наиболее соответствующие актуальным требованиям работодателей соответствующего сегмента рынка труда.

В какой-то степени наставнику необходимо являться посредником (промежуточным звеном) между работодателем и педагогом, в задачи которого входит уточнение методологии преподавания технических дисциплин. Как правило, работа наставника включает в себя три ступени:

1. Обсуждение с педагогом ключевых этапов взаимодействия в рамках осуществления со студентами проектной деятельности.

2. Взаимодействие педагога с группой учащихся: решение и разработка кейсов, обсуждение презентаций деятельности работодателя, обучение моделированию в специализированных программах и лабораториях.

3. Корректирование взаимодействия, реализующегося по цепочке «предприятие – педагог – студенты»

Еще одним популярным за рубежом методом современного преподавания является супервизия – профессиональное консультирование молодых кадров более опытными специалистами. В данном случае обучение, как правило, осуществляется в группах, где в ходе учебного процесса молодых людей предостерегают от совершения наиболее распространенных ошибок в своей будущей трудовой деятельности, а также от профессионального выгорания, которое часто характерно для молодых людей, только прибывших на рабочее место и не имеющих опыта самостоятельно справляться с новыми видами стресса.

Особое место в системе технического образования за рубежом занимает проектная деятельность, под которой понимают разработку мер решения реальной проблемы. В рамках проектной деятельности студенты учатся не только рационально использовать имеющиеся в их распоряжении ресурсы, но и нести личную ответственность за отдельные этапы реализации проекта. Кроме того, как правило, для того чтобы создать качественный проект, студенту необходимо привлечь знания из нескольких дисциплин, что развивает в нем умение мыслить масштабно и креативно.

Технология проектной деятельности требует наличия определенных навыков не только от студентов, но и от преподавателя, от активности занимаемой в образовательном процессе позиции которого зависит, насколько сплоченно будут взаимодействовать между собой студенческие группы и насколько полезным будет опыт их совместной работы для профориентации учащихся.

Проектная деятельность может быть внедрена в учебный процесс несколькими способами (выбор которых прежде всего зависит от гибкости существующих в университете образовательных программ):

1. Внедрение проектной деятельности в отдельные фрагменты занятий (к примеру, как элемент лабораторных занятий).

2. Разработка модулей, состоящих из смежных дисциплин, с применением фундаментальных знаний, из которых студенты могут заниматься проектной деятельностью.

3. Изменение принципов функционирования самого университета, где преподаватели уступают часть контролирующей функции учащимся, благодаря чему процесс обучения становится более демократичным, позволяющим студентам воспринимать педагогов в качестве более опытных коллег, что дает предпосылки для развития наставничества на будущем рабочем месте выпускников вузов.

Пользуется популярностью и метод разбора кейсов, разработанный в Гарвардской бизнес-школе. Его суть заключается в том, чтобы предложить учащимся реальную проблемную ситуацию с тем, чтобы они в свою очередь предложили, исходя из нее, конкретные решения. Как правило, занятие усложняется за счет введения ограничений, таких как ограниченные ресурсы либо время на выполнения задания. Подобные кейсы направлены на развитие у студентов навыков креативности и умения мыслить стратегически и могут им быть полезны в будущем на этапе инициации собственных проектов (к примеру, на стадии мозгового штурма).

Заключение / Conclusion

Таким образом, современное инженерное образование представляет собой сложный многоступенчатый процесс, не только состоящий из преподавания фундаментальных знаний и отработки практических навыков в искусственно созданных условиях, но и включающий в себя реализацию конкретных востребованных проектов в условиях реальной жизни. Посредством реализации федерального проекта о создании передовых инженерных школ решается важнейшая проблема комплектации стратегически важных для государства предприятий молодыми инициативными специалистами, рассматривающими государственные компании как площадку для применения собственных амбиций.

В результате проведенного всестороннего анализа передовые инженерные школы предстают перед нами в качестве комбинации наилучших образцов индустриального, научного и социального развития страны, по достижениям которых справедливо судить не только о состоянии конкретного учреждения дополнительного образования, но и об имидже целой страны.

Ссылки на источники / References

1. Федеральный проект «Передовые инженерные школы». – URL: <https://engineers2030.ru/>
2. Программа «Приоритет 2030» / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030>
3. Передовые инженерные школы: что это за проект и кто в нём участвует. – URL: <https://skillbox.ru/media/education/peredovye-inzhenernye-shkoly-cto-eto-za-proekt-i-kto-v-nyem-uchastvuet/>
4. Передовая инженерная школа: цели и задачи // Наука и инновации Росатом. – URL: https://niirosatom.ru/press_reliz/peredovaya-inzhenernaya-shkola-tseli-i-zadachi/
5. Послание Президента Федеральному Собранию. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/73585/audios>
6. Аетдинова Р. Р. Использование индивидуальных образовательных траекторий в подготовке будущих инженеров // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2024. – № 3 (186). – С. 11–15.
7. Серякова С. Б., Кравченко В. В. Теория и практика дополнительного профессионального образования в России и за рубежом: учеб. пособие. – М.: МПГУ, 2016. – С. 22–31.
8. Серякова С. Б., Кравченко В. В. Теория и практика дополнительного профессионального образования в России и за рубежом.
9. Похолоков Ю. П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. – 2021. – № 30. – С. 96–107.
10. Жураковский В. М. Инженерное образование: актуальные меры и риски современной модернизации // Инновационные процессы в высшем и среднем профессиональном образовании и профессиональном самоопределении: коллектив. монография. – М.: Российская академия образования, 2023. – С. 138–151.
11. Гайнеев Э. Р., Громова Е. М., Масалимова А. Р. Наставничество в условиях реализации дуального подхода к подготовке кадров // Профессиональное образование в современном мире. – 2023. – № 13(2). – С. 307–317.
12. Оплетина Н. В. Инженерное образование в контексте новой технологической парадигмы общественного развития // Научно-исследовательские исследования. – 2022. – № 2. – С. 55–70.
13. Кондратьев В. В., Галиханов М. Ф., Осипов П. Н. и др. Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28. – № 12. – С. 105–122.
14. Rahman M., Ferdousi U. S., Hasan T. Challenges in Engineering Education: A Review // Proceedings of the 5th International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations. Management – Dhaka. – December 26–27, 2022. – URL: https://www.researchgate.net/publication/367253032_Challenges_in_Engineering_Education_A_Review
15. Гэллоуэй П. Д. Инженер 21-го века: предложение по реформе инженерного образования // Гражданское строительство. – 2007. – № 77 (11). – С. 46–104.
16. Кроули Э., Малмквист Й., Остлунд С. и др. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. – М.: ИД ВШЭ, 2015. – С. 46.
17. Бирн Э. П., Маллалли Д. Обучение инженеров пониманию сложности и контекста // Труды Института инженеров-строителей – Устойчивое развитие в инженерии. – 2014. – 167(6). – С. 241–248.
18. Schefer-Wenzl S., Miladinovic I. Integrating 21st Century Skills in Higher Education Engineering Curricula // Int. J. Adv. Corp. Learn. – 2020. – № 13. – P. 77–83.

19. Junaid C. et al. Engineering Education, Moving into 2020s // Essential Competencies for Effective 21st Century Electrical & Computer Engineers." 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). – 2020. – P. 1–9.
 20. Kehdinga G. Engineering Education and Power: the Case of Innovation in the 21st // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). – 2020. – Vol. 9. – Is. 9. – P. 511–517.
 21. D'Escoffier L., Guerra A., Braga M. Problem-Based Learning and Engineering Education for Sustainability: Where we are and where could we go? // Journal of Problem Based Learning in Higher Education. – 2024. – URL: file:///C:/Users/User/Downloads/Problem-Based_Learning_and_Engineering_Education_f.pdf
 22. Ковалёва Т. М. «Self-skills» и современное педагогическое образование // Материалы XIV Международной научно-практической конференции (XXVI Всероссийской научно-практической конференции). (26–27 октября 2021 г.). – М.: Московский городской педагогический университет, 2021. – С. 16–23.
 23. Какие навыки и качества необходимы инженерам будущего? // TECHNICAL EDUCATION ACADEMY. – URL: <https://tecedu.academy/ru/blog/kakie-navyki-i-kacstva-neobxodimy-inzeneram-budushhego>
 24. Федеральный проект «Передовые инженерные школы».
 25. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2022 г. №619 «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ». – URL: <http://government.ru/docs/45108/>
 26. Аетдинова Р. Р. Риск-ориентированный подход в подготовке будущих инженеров // Практико-ориентированность как основа развития высшего и среднего профессионального образования: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Казань, 28 марта 2024 года. – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 106–109.
 27. Шаг в будущее. Как инженерная школа меняет высшее образование // РИА НОВОСТИ. – URL: <https://na.ria.ru/20230412/inzhenery-1864662337.html>
 28. Шагеева Ф. Т., Галиханов М. Ф., Стрекалова Г. Р. Развитие предпринимательских компетенций будущего инженера как фактор успешной профессиональной карьеры // Высшее образование в России. – 2018. – № 2 (220). – С. 47–55.
 29. Передовая инженерная школа Томского политеха: как стать уникальным // Томский политехнический университет. – URL: <https://abiturient.tpu.ru/news/peredovaa-inzenernaa-skola-tomskogo-politeha-kak-stat-unikalnym>
 30. ПИШ «Школа медицинской инженерии» // Передовые инженерные школы. – URL: <https://analytics.engineers2030.ru/schools/rnimu/>
 31. ПИШ «Университета Лобачевского “Космическая связь, радиолокация и навигация”» // Передовые инженерные школы. – URL: <https://analytics.engineers2030.ru/schools/unn/>
 32. Федеральный проект «Передовые инженерные школы».
 33. Шаг в будущее. Как инженерная школа меняет высшее образование.
-
1. *Federal'nyj projekt "Peredovye inzhenernye shkoly"* [Federal project "Advanced Engineering Schools"]. Available at: <https://engineers2030.ru/> (in Russian).
 2. *Programma "Prioritet 2030", Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii* [Priority 2030 Program / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation]. Available at: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030> (in Russian).
 3. *Peredovye inzhenernye shkoly: chto eto za projekt i kto v nyom uchastvuet* [Advanced Engineering Schools: What is this project and who is involved?]. Available at: <https://skillbox.ru/media/education/peredovye-inzhenernye-shkoly-chto-eto-za-proekt-i-kto-v-nyem-uchastvuet/> (in Russian).
 4. *Peredovaya inzhenernaya shkola: celi i zadachi* [Advanced Engineering School: Goals and Objectives], Nauka i innovacii Rosatom. Available at: https://nirosatom.ru/press_reliz/peredovaya-inzhenernaya-shkola-tseli-i-zadachi/ (in Russian).
 5. *Poslanie Prezidenta Federal'nomu Sobraniyu* [The President's Message to the Federal Assembly]. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/73585/audios> (in Russian).
 6. Aetdinova, R. R. (2024). "Ispol'zovanie individual'nyh obrazovatel'nyh traektorij v podgotovke budushchih inzhenerov" [The use of individual educational trajectories in the training of future engineers], *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, № 3 (186), pp. 11–15 (in Russian).
 7. Seryakova, S. B., & Kravchenko, V. V. (2016). *Teoriya i praktika dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya v Rossii i za rubezhom* [Theory and practice of additional professional education in Russia and abroad]: ucheb. posobie, MPGU, Moscow, pp. 22–31 (in Russian).
 8. Ibid.
 9. Pohlkov, Yu. P. (2021). "Inzhenernoe obrazovanie Rossii: problemy i resheniya. Konceptiya razvitiya inzhenernogo obrazovaniya v sovremennyh usloviyah" [Engineering education in Russia: problems and solutions. Concept of development of engineering education in modern conditions], *Inzhenernoe obrazovanie*, № 30, pp. 96–107 (in Russian).
 10. Zhurakovskij, V. M. (2023). *Inzhenernoe obrazovanie: aktual'nye mery i riski sovremennoj modernizacii* [Engineering education: current measures and risks of recent modernization], *Innovacionnye processy v vysshem i srednem professional'nom obrazovanii i professional'nom samoopredelenii: kollektiv. monografiya*, Rossijskaya akademiya obrazovaniya, Moscow, pp. 138–151 (in Russian).

11. Gajneev, E. R., Gromova, E. M., & Masalimova, A. R. (2023). "Nastavnichestvo v usloviyah realizacii dual'nogo podhoda k podgotovke kadrov" [Mentoring in the context of the implementation of a dual approach to personnel training], *Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire*, № 13(2), pp. 307–317 (in Russian).
12. Opletina, N. V. (2022). "Inzhenernoe obrazovanie v kontekste novoj tekhnologicheskoy paradigmy obshchestvennogo razvitiya" [Engineering education in the context of a new technological paradigm of social development], *Naukovedcheskie issledovaniya*, № 2, pp. 55–70 (in Russian).
13. Kondrat'ev, V. V., Galihanov, M. F., Osipov, P. N. et al. (2019). "Inzhenernoe obrazovanie: transformacii dlya industrii 4.0" [Engineering Education: Transformations for Industry 4.0], *Vysshee obrazovanie v Rossii*, t. 28, № 12, pp. 105–122 (in Russian).
14. Rahman, M., Ferdousi, U. S., & Hasan, T. (2022). "Challenges in Engineering Education: A Review", *Proceedings of the 5th International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations. Management – Dhaka, December 26–27*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/367253032_Challenges_in_Engineering_Education_A_Review (in English).
15. Gellouej, P. D. (2007). "Inzhener 21-go veka: predlozhenie po reforme inzhenernogo obrazovaniya" [The 21st Century Engineer: A Proposal for Reforming Engineering Education], *Grazhdanskoe stroitel'stvo*, № 77 (11), pp. 46–104 (in Russian).
16. Krouli, E., Malmkvist, J., Ostlund, S. et al. (2015). *Pereosmyslenie inzhenernogo obrazovaniya. Podhod CDIO [Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach]*, ID VShE, Moscow, p. 46 (in Russian).
17. Birn, E. P., & Mallalli, D. (2014). "Obuchenie inzhenerov ponimaniyu slozhnosti i konteksta" [Teaching engineers to understand complexity and context], *Trudy Instituta inzhenerov-stroitelej – Ustojchivoe razvitie v inzhenerii*, 167(6), pp. 241–248 (in Russian).
18. Schefer-Wenzl, S., & Miladinovic, I. (2020). Integrating 21st Century Skills in Higher Education Engineering Curricula, *Int. J. Adv. Corp. Learn*, № 13, pp. 77–83 (in English).
19. Junaid, S. et al. (2020). "Engineering Education, Moving into 2020s, Essential Competencies for Effective 21st Century Electrical & Computer Engineers", *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1–9 (in English).
20. Kehdinga, G. (2020). "Engineering Education and Power: the Case of Innovation in the 21st", *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 9, is. 9, pp. 511–517 (in English).
21. D'Escoffier, L., Guerra, A., & Braga, M. (2024). "Problem-Based Learning and Engineering Education for Sustainability: Where we are and where could we go?", *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*. Available at: file:///C:/Users/User/Downloads/Problem-Based_Learning_and_Engineering_Education_f.pdf (in English).
22. Kovalyova, T. M. (2021). "Self-skills" i sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie" ["Self-skills" and modern pedagogical education], *Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (XXVI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii). (26–27 oktyabrya 2021 g.)*, Moskovskij gorodskoj pedagogicheskij universitet, Moscow, pp. 16–23 (in Russian).
23. "Kakie navyki i kachestva neobhodimy inzheneram budushchego?" [What skills and qualities are needed by engineers of the future?], *TECHNICAL EDUCATION ACADEMY*. Available at: <https://tededu.academy/ru/blog/kakie-navyki-i-kachestva-neobxodimy-inzeneram-budushhogo> (in Russian).
24. Federal'nyj proekt "Peredovye inzhenernye shkoly" [The federal project "Advanced Engineering Schools".]
25. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 8 aprelya 2022 g. №619 "O merah gosudarstvennoj podderzhki programm razvitiya peredovyh inzhenernyh shkol"* [Decree of the Government of the Russian Federation No. 619 dated April 8, 2022 "On Measures of Government support for programs for the development of Advanced Engineering Schools"]. Available at: <http://government.ru/docs/45108/> (in Russian).
26. Aetdinova, R. R. (2024). "Risk-orientirovannyj podhod v podgotovke budushchih inzhenerov" [Risk-based approach in training future engineers], *Praktiko-orientirovannost' kak osnova razvitiya vysshego i srednego professional'nogo obrazovaniya: materialy XVIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kazan', 28 marta 2024 goda*, Kazanskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet, Kazan', pp. 106–109 (in Russian).
27. "Shag v budushchee. Kak inzhenernaya shkola menyaet vysshee obrazovanie" [Step into the Future: How Engineering School is Changing Higher Education], *RIA NOVOSTI*. Available at: <https://na.ria.ru/20230412/inzheneriy-1864662337.html> (in Russian).
28. Shageeva, F. T., Galihanov, M. F., & Strekalova, G. R. (2018). "Razvitie predprinimatel'skih kompetencij budushchego inzhenera kak faktor uspešnoy professional'noj kar'ery" [Development of entrepreneurial competences of a future engineer as a factor in a successful professional career], *Vysshee obrazovanie v Rossii*, № 2 (220), pp. 47–55 (in Russian).
29. *Peredovaya inzhenernaya shkola Tomskogo politekha: kak stat' unikal'nyim* [Advanced Engineering School of Tomsk Polytechnic University: how to become unique], Tomskij politekhnicheskij universitet. Available at: <https://abituri-ent.tpu.ru/news/peredovaa-inzenernaa-skola-tomskogo-politeha-kak-stat-unikalnym> (in Russian).
30. "PISh "Shkola medicinskoj inzhenerii" [AES "School of Medical Engineering"]], *Peredovye inzhenernye shkoly*. Available at: <https://analytics.engineers2030.ru/schools/rnimu/> (in Russian).
31. PISh "Universiteta Lobachevskogo "Kosmicheskaya svyaz", radiolokaciya i navigaciya" [AES of Lobachevsky University "Space Communications, Radar and Navigation"]], *Peredovye inzhenernye shkoly*. Available at: <https://analytics.engineers2030.ru/schools/unn/> (in Russian).
32. Federal'nyj proekt "Peredovye inzhenernye shkoly" [The federal project "Advanced Engineering Schools"].
33. Shag v budushchee. Kak inzhenernaya shkola menyaet vysshee obrazovanie [Step into the Future: How Engineering School is Changing Higher Education].